Bakteriengenetik und bakterienbefallende Viren (Phagen)

Aufgaben

1 Im Jahr 1956 isolierte der Wissenschaftler ARTHUR KORNBERG die DNA-Polymerase. Seine Untersuchungen zu diesem Enzym zeigten, dass die DNA-Synthese nur in eine Richtung am DNA-Strang entlang erfolgen kann. Da beide DNA-Stränge somit nur in eine Richtung abgelesen werden können, jedoch antiparallel vorliegen, kann an einem der beiden DNA-Stränge der Lesemechanismus nicht ununterbrochen ablaufen. Wie die Synthese des Folgestrangs funktioniert, dazu lieferte das Wissenschaftlerehepaar OKAZAKI 1968 einen entscheidenden Beitrag (Material 1 und 2).
https://www.klett.de/inhalt/sixcms/media.php/341/Arbeitsblaetter_Kapitel_2-1.pdf (abgerufen am 28.12.2020).

1.1 Fassen Sie alle an der bakteriellen Replikation beteiligten Enzyme mit ihrer Funktion in einer Tabelle zusammen.

(8 BE)

1.2 Beschreiben Sie die Abbildung 1.1 von Material 1.

Hinweis: Die Beschreibung der Dichtegradientenzentrifugation ist nicht Gegenstand der Aufgabe.

(8 BE)

1.3 In einem weiteren Experiment (Abbildung 1.2) führte das Ehepaar OKAZAKI den in Material 1 beschriebenen Versuch bei 40 °C mit einer temperatursensitiven Mutante des Bakteriums *Escherichia coli (E. coli)* durch. Hierbei handelt es sich um eine Mutante, die das Enzym Ligase besitzt, das bei einer Wachstumstemperatur von 20 °C aktiv, bei 40 °C aber inaktiv ist. Erläutern Sie die Grafik in Abbildung 1.2 und erklären Sie die Ergebnisse der beiden Versuche 1.1 und 1.2 (Material 1).

(10 BE)

2 Wissenschaftler führten immer wieder Experimente durch, um mehr über Bakterien zu erfahren.

2.1 Das Ergebnis einer Serie von Rekombinationsexperimenten mit dem Bakterium *E. coli* ist in Material 2 dargestellt.

2.1.1 Erläutern Sie mithilfe einer beschrifteten Skizze die *in vivo* bei Bakterien ablaufende Rekombination und benennen Sie diesen biologischen Vorgang.

(12 BE)

2.1.2 Erläutern und erklären Sie die Vorgehensweise der Rekombinationsexperimente (Material 2).

(6 BE)

2.1.3 Ermitteln Sie die Reihenfolge der Gene zur Bildung der 4 Aminosäuren auf dem Bakterienchromosom.

(4 BE)

2.2 In Material 3 sind Versuche dargestellt, in denen Bakterien und Phagen unter verschiedenen Bedingungen kultiviert werden.

2.2.1 Erläutern und erklären Sie die Befunde in Abbildung 3.1.

(8 BE)

2.2.2 Stellen Sie in Abbildung 3.2 die Änderungen der Verhältnisse grafisch dar, wenn nach einer halben Stunde Fleischextrakt zu diesem Experiment hinzugegeben wird und begründen Sie ihre Darstellung.

(8 BE)

3 Bei den in der Tiermast verwendeten pflanzlichen Futtermitteln sind einige der für Tiere essenziellen Aminosäuren nur in geringen Mengen enthalten. Mithilfe des Bakteriums *Corynebacterium glutamicum (C. glutamicum)* werden jährlich viele hunderttausende Tonnen der essenziellen Aminosäure Lysin produziert.

3.1 Die Lysin-Synthese in *C. glutamicum* geht von Aspartat aus. Material 4 zeigt den vereinfachten Syntheseweg für die Aminosäure Lysin.
Entwickeln Sie anhand einer beschrifteten Skizze ein Modell für die Genregulation der Lysin-Synthese durch das Enzym Aspartatkinase und erklären Sie dieses.

(16 BE)

3.2 Genmutationen können unterschiedlich gravierende Auswirkungen auf die Enzymaktivität haben.
Zeigen Sie zwei mögliche Genmutationen am Strukturgen auf und erläutern Sie deren Auswirkungen auf das aktive Zentrum der Aspartatkinase.

(10 BE)

3.3 Leiten Sie den enzymatischen Regulationsmechanismus der Aspartatkinase ab (Material 4).

(5 BE)

3.4 Zeigen Sie die Veränderungen an einer Aspartatkinase auf, die zu einer kontinuierlichen Lysinproduktion führen können und begründen Sie ihre Aussagen.

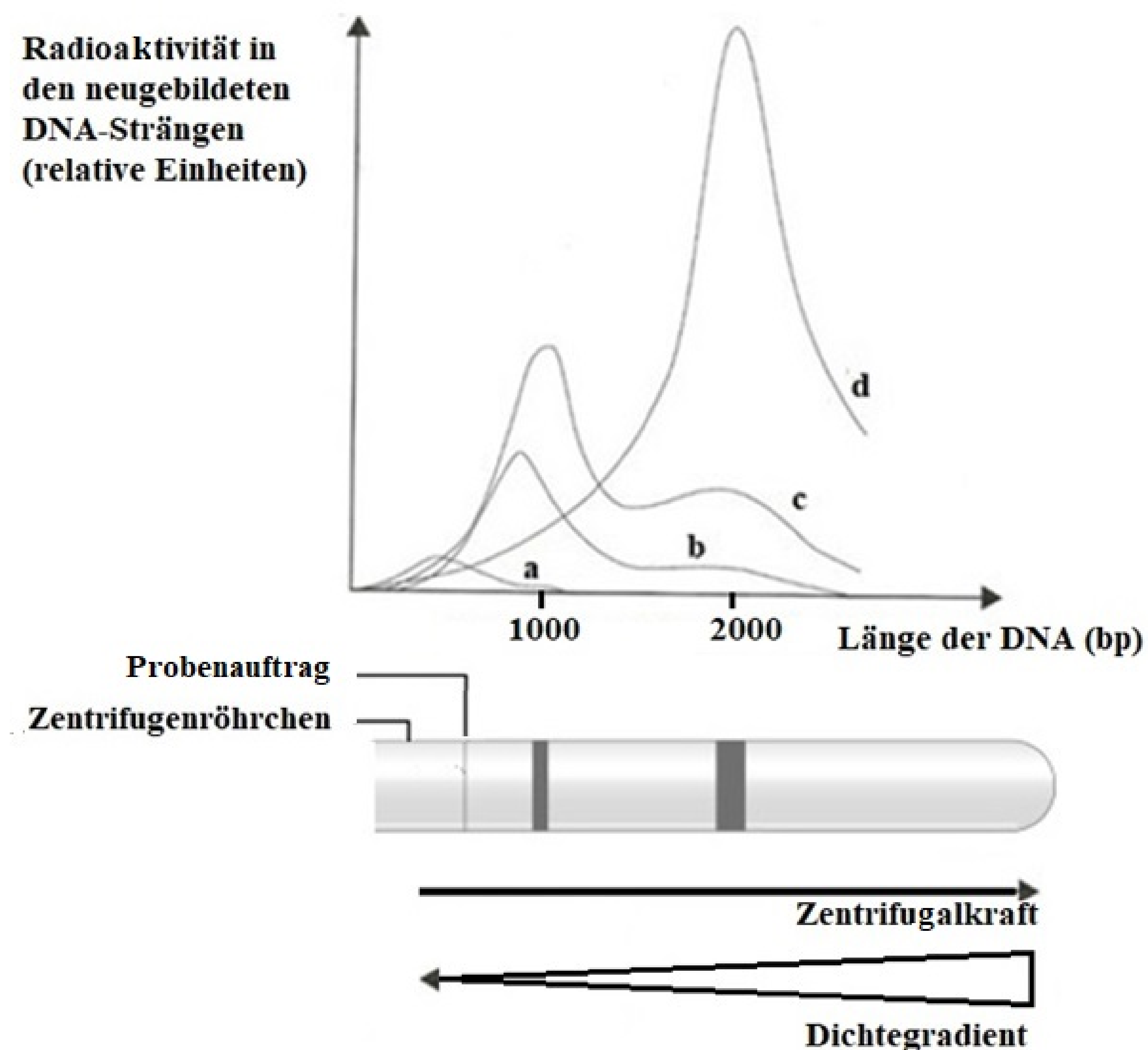
(5 BE)

Material 1

Die OKAZAKI-Experimente

Die beiden Wissenschaftler REIJI und TSUNEKO OKAZAKI führten während des Vorgangs der DNA-Replikation Experimente mit radioaktiv markierten Nukleotiden in Bakterienzellen von *Eschericha coli (E. coli)* durch. Die Zugabe der Nukleotide erfolgte über kurze Zeiträume von 2 bis 120 Sekunden. Anschließend wurde die Replikation durch Zugabe von Chemikalien abgebrochen. Es erfolgt eine Denaturierung. Die Größe der DNA-Fragmente wird mithilfe der Dichtegradienten-Zentrifugation bestimmt. Eine Replikation bei *E. coli* dauert ca. 20 min.

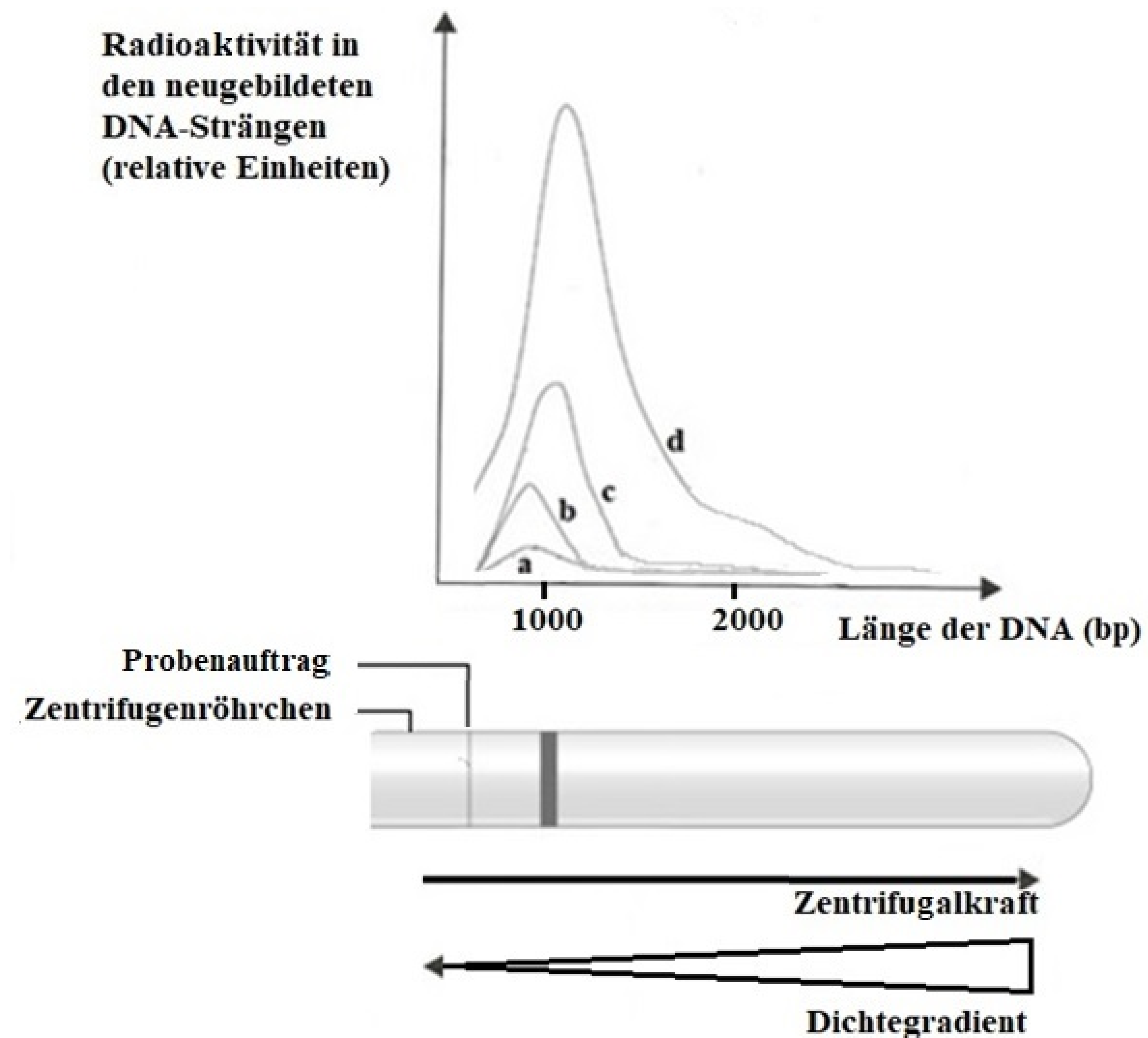
Abbildung 1.1 Ergebnis der OKAZAKI-Experimente



geändert nach: https://www.gutefrage.net/frage/enzymatik--okazaki-experiment (abgerufen am 28.12.2020).

Hinweis: a = 2 Sekunden, b = 15 Sekunden, c = 30 Sekunden, d = 120 Sekunden.
Die Größe eines OKAZAKI-Fragments beträgt bei Prokaryoten ca. 1 000 Basenpaare (bp).

Abbildung 1.2 Ergebnisse der OKAZAKI-Experimente mit temperatur-sensitiven *E. coli*-Bakterien bei 40°C



geändert nach: https://www.gutefrage.net/frage/enzymatik--okazaki-experiment (abgerufen am 28.12.2020).

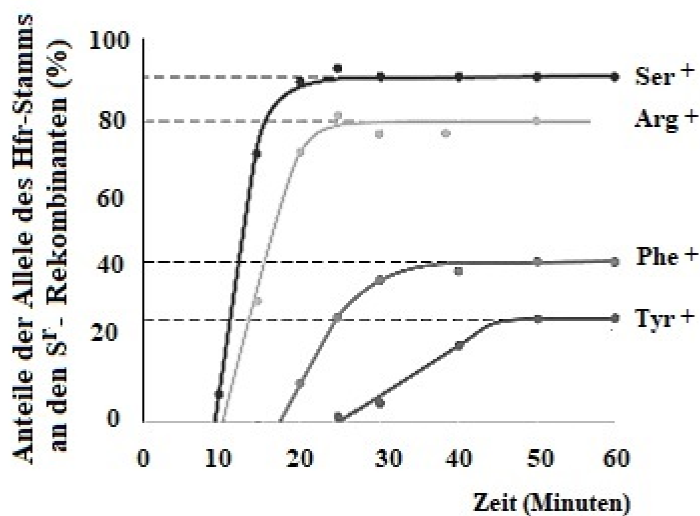
Hinweis: a = 2 Sekunden, b = 15 Sekunden, c = 30 Sekunden, d = 120 Sekunden
Die Größe eines Okazaki-Fragments beträgt bei Prokaryoten ca. 1000 Basenpaare (bp).
.

Material 2

Rekombinationsexperimente

In einer Serie von Rekombinationsexperimenten mit dem Bakterium *E. coli* wurde ein high frequency of recombination (Hfr-) Stamm vom Wildtyp mit einem F^- Stamm gemischt, der in mehreren Genen mutiert war. Die beiden Ausgangsstämme wurden gemischt und die Lösung zu verschiedenen Zeiten mithilfe eines hochtourigen Mixgeräts geschlagen. Diese Suspension wurde auf Streptomycin-haltige Testmedien ausgestrichen und dann auf Rekombinanten untersucht.
Die Ausgangsstämme hatten folgende Genotypen:
Hfr: arg^+, phe^+, ser^+, tyr^+, S^s
F^-: arg^-, phe^-, ser^-, tyr^-, S^r

geändert nach: Dieter Feldmann (Hg.): Linder Biologie Arbeitsbuch, Braunschweig, 2005, S. 111.



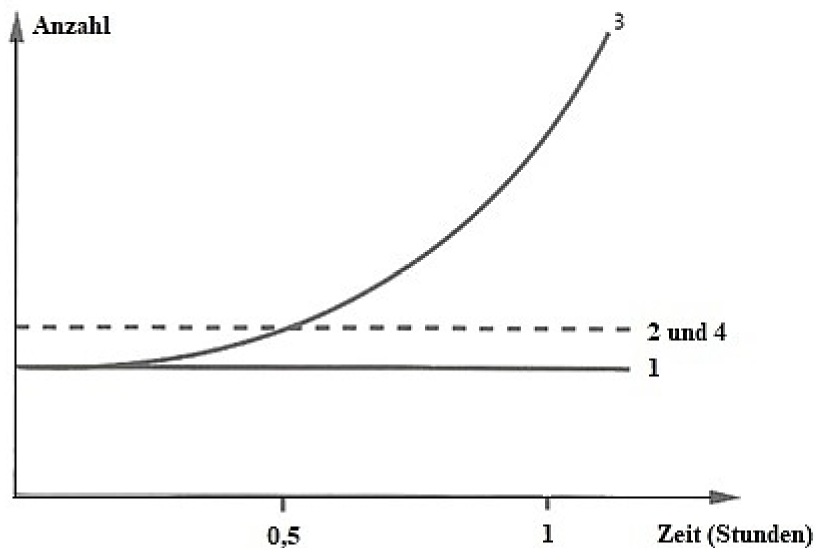
geändert nach: https://docplayer.org/13579106-Genetisches-praktikum-2010-20160.html (abgerufen am 29.12.2020).

Hinweis: arg = Arginin, phe = Phenylalanin, ser = Serin, tyr = Tyrosin, + = Aminosäure kann gebildet werden, − = Mangelmutante, S^s/S^r bedeutet streptomycinsensibel bzw. -resistent

Material 3

Bakterien und Phagen

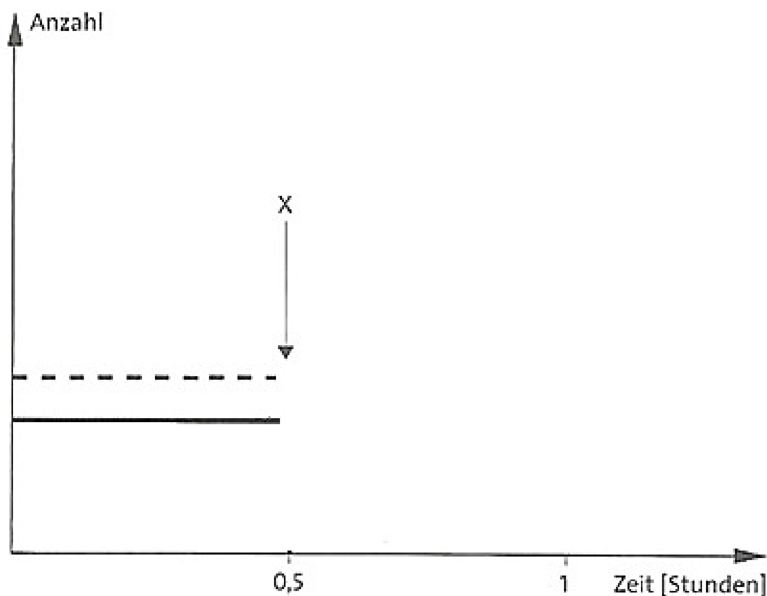
Abbildung 3.1 Kultivierungsversuche von Bakterien und Phagen



geändert nach: Dieter Feldmann (Hg.): Linder Biologie Arbeitsbuch, Braunschweig, 2005, S. 114.

Hinweis: ——— Bakterien, - - - - Phagen, 1 = Bakterien in physiologischer Kochsalzlösung, 2 = Phagen in physiologischer Kochsalzlösung, 3 = Bakterien in physiologischer Kochsalzlösung mit Fleischextrakt, 4 = Phagen in physiologischer Kochsalzlösung mit Fleischextrakt

Abbildung 3.2 Kultivierungsversuche von Bakterien und Phagen als Mischkultur

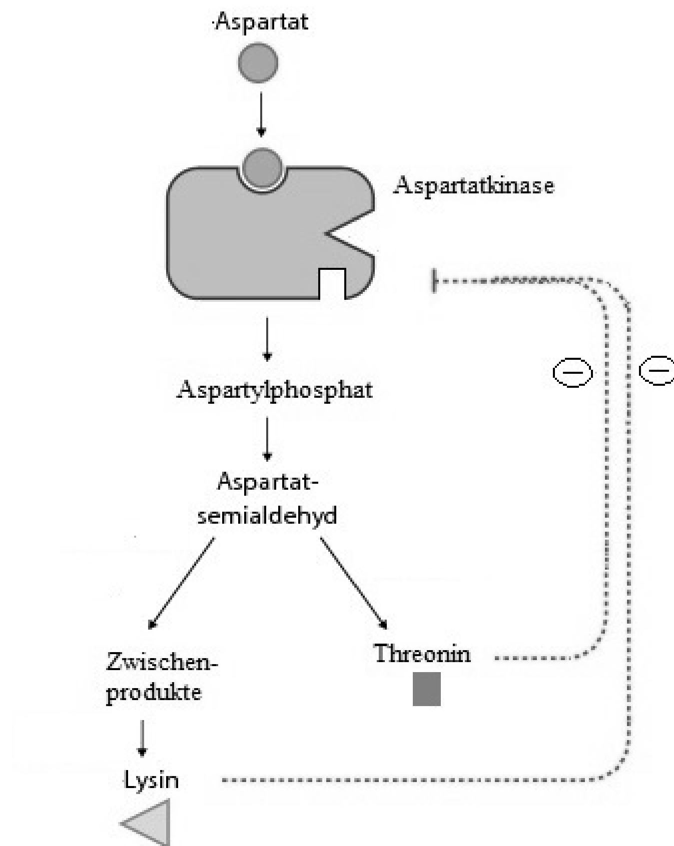


geändert nach: Dieter Feldmann (Hg.): Linder Biologie Arbeitsbuch, Braunschweig, 2005, S. 114.

Hinweis: ——— Bakterien, - - - - Phagen, X = Zugabe von Fleischextrakt

Material 4

Vereinfachter Syntheseweg der Aminosäure Lysin



geändert nach: https://www.biospektrum.de/system/files/magazine_article/2006/04/files/86032/86032.pdf (abgerufen am 15.02.2021).

Hinweis: ⊖ = negative Rückkopplung; zur Vereinfachung wurden die Enzyme für die Bildung der weiteren Zwischenprodukte nicht aufgeführt.